Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 82 (1991)

Heft: 16

Artikel: Die Bedeutung der Pumpspeicherung für die Elektrizitätsversorgung

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902989

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Bedeutung der Pumpspeicherung für die Elektrizitätsversorgung

Eidg. Wasserwirtschaftskommission

Die Eidgenössische Wasserwirtschaftskommission (WWK) empfiehlt dem Bundesrat, die saisonale Pumpspeicherung in der Schweiz zu fördern. Die letztjährige, heftig geführte Energiediskussion hat unter anderem gezeigt, dass die Öffentlichkeit über Funktion und Aufgabe von Pumpspeicherwerken sachlich und richtig informiert werden muss. Auch im Hinblick auf die Realisierung des Aktionsprogramms «Energie 2000» des Bundesrates erachtet es die WWK als notwendig, Missverständnisse im Zusammenhang mit der Pumpspeicherung zu klären. Die Kommission hat deshalb als beratendes Organ des Bundes die Argumente zur Förderung der saisonalen Pumpspeicherung in diesem kurzen Bericht zusammengestellt.

Adresse der Autoren
Eidg. Wasserwirtschaftskommission,
Sekretariat: Bundesamt für Wasserwirtschaft,
Postfach, 3001 Bern

Derzeitige Situation

Die Schweiz erzeugt auch heute noch knapp 60% ihres Stroms in Wasserkraftwerken. Gut 40% stammen aus Kernkraftwerken, während die Produktion fossil betriebener Kraftwerke nur marginal ist. Überhaupt nicht ins Gewicht fällt – zumindest vorderhand – die solar erzeugte elektrische Energie. Damit verfügt die Schweiz über einen Kraftwerkspark, der sich – mit Ausnahme Österreichs – wesentlich von den überwiegend mit thermischen Anlagen ausgerüsteten Kraftwerksparks der im westeuropäischen Stromverbund zusammengeschlossenen Länder unterscheidet.

Der grosse Anteil an Wasserkraft, insbesondere an Speicherkraftwerken, ermöglicht eine Produktionsweise, die sich von derjenigen mit thermischen Kraftwerken grundsätzlich unterscheidet: Sind thermische Kraftwerke (darunter auch die Kernkraftwerke) vor allem für die ununterbrochene Produktion von Bandenergie prädestiniert, so eignen sich gerade Speicherkraftwerke aufgrund ihrer Möglichkeit, innert weniger Minuten von Null auf Vollast hochgefahren werden zu können, besonders gut dazu, sehr kurzfristig Lastspitzen zu decken.

Anders die Laufkraftwerke an den Flüssen: Zwar sind bzw. wären auch sie in der Lage, sehr schnell ans Netz geschaltet und ebenso schnell wieder ausser Betrieb genommen zu werden. Vernünftigerweise benützt man sie allerdings lieber zur Produktion von Bandenergie: Weil Flüsse eine zwar saisonabhängige, aber doch kontinuierliche Wassermenge führen, würde das Wasser der Laufkraftwerke bei ihrem Einsatz als Spitzenkraftwerke bei Nichtgebrauch nämlich ungenutzt über das Wehr fliessen und dadurch überhaupt nicht zur Stromproduktion beitragen.

Umgekehrt sind es gerade die Laufkraftwerke, die hauptsächlich zum regelmässigen schweizerischen Stromexport-Überschuss beitragen: Weil das Wasserdargebot der Flüsse im Sommer erheblich grösser ist als im Winter, verfügt die Schweiz durch die Mehrproduktion der Laufkraftwerke in der warmen Jahreszeit – bisher noch – über ein Überangebot an Strom, das jeweils exportiert wird und indirekt häufig dazu dient, thermische Kraftwerke im Ausland für eine bestimmte Zeit ausser Betrieb zu nehmen. Aus dem gleichen Grund werden die Revisionsarbeiten und der Brennstoffwechsel bei den schweizerischen Kernkraftwerken möglichst in den Sommermonaten ausgeführt. In der kalten Jahreszeit dagegen geht die Produktion der Laufkraftwerke aufgrund der geringeren Wasserführung deutlich zurück. Ohne Speicherkraftwerke wäre daher die winterliche Stromversorgung der Schweiz nicht im entferntesten gesichert. Dies um so weniger, als der Stromverbrauch im Winterhalbjahr um durchschnittlich 16% höher liegt als derjenige im Sommerhalbjahr.

Stauseen als Winterspeicher

Da elektrische Energie bis heute nicht in grösseren Mengen direkt gespeichert werden kann, spielen die annähernd 100 grösseren Stauseen in der Schweiz vorwiegend die Rolle einer indirekten Batterie, bzw. eines Akkumulators: Sie halten das im Sommer aus der Schnee- und Gletscherschmelze anfallende Wasser in den hochgelegenen Gebirgstälern hinter Staumauern zurück, von wo aus es dann im Winter in den Turbinen der Speicherkraftwerke je nach Bedarf «abgearbeitet» werden kann. Um ein Beispiel aus dem Obst- und Gemüseanbau heranzuziehen: Sommerstrom, bzw. -wasser wird in den Stauseen gewissermassen für die Winterzeit «eingekellert».

Umgerechnet auf die mögliche Energieerzeugung werden auf diese Weise jährlich rund 5 Mia. kWh vom Sommer- ins Winterhalbjahr «hinübergerettet», bzw. «eingekellert». Das entspricht etwas mehr als einem Sechstel des derzeitigen jährlichen Stromverbrauchs in der Schweiz. Bis zum April sind die Stauseen jeweils bis auf eine «eiserne Reserve» von 10...15%, das heisst einen Energieinhalt von etwa 1 Mia. kWh, entleert.

Angesichts des immer noch – hauptsächlich im Winter – steigenden Strombedarfs reicht die Umlagerung von Sommer- in Winterenergie freilich je länger je weniger aus. Das zeigt sich nicht zuletzt daran, dass die Schweiz in Jahren mit schlechter Wasserführung im Winterhalbjahr schon seit längerer Zeit immer wieder auf Stromimporte angewiesen ist. Zuletzt war dies im vergangenen Winter (1990/91) der Fall, als der Strom-Nettoimport 0,6 Mia. kWh betrug. Im vorvergangenen Winter (1989/90) mussten netto sogar 1,9 Mia. kWh importiert werden. Um den inländischen Spitzen-Strombedarf im Winter aus eigener Kraft statt durch Importe aus französischen Kernkraftwerken zu decken, bedürfte die Schweiz daher längst mindestens eines weiteren Kernkraftwerks oder dann zusätzlicher Speicher- bzw. Pumpspeicherkraftwerke.

	Sämtliche Wasserkraftwerke	Pumpspeicherkraftwerke	Anteil der Pumpspeicherkraftwerke
Anzahl Zentralen	462	16	3,5%
Maximal mögliche Leistung ab Generator	11 624 MW	1455 MW	12,5%
Mittlere Produktionserwartung im Jahr	32 830 GWh	1640 GWh	5,0%
Mittlere Produktionserwartung im Winterhalbjahr	14 227 GWh	1101 GWh	7,7%

Bedeutung der Pumpspeicherung in der Schweiz
– Nur Zentralen mit einer maximal möglichen Leistung ab 300 kW erfasst
– Internationale Wasserkraftanlagen: nur Hoheitsanteil der Schweiz berücksichtigt
– Pumpenergie für die Saisonspeicherung ist nicht abgezogen

Mehr Leistung gefragt

Speicherkraftwerke dienen aber nicht nur zur Umlagerung von Sommer- in Winterenergie. Weil, wie bereits gesagt, Wasserturbinen mitsamt den damit gekoppelten Generatoren sehr schnell auf ihre Nenndrehzahl kommen, eignen sie sich hervorragend zum Abfangen von Lastspitzen. Denn der Stromkonsum ist ja nicht konstant; er schwankt buchstäblich von Minute zu Minute und weist tageszeitlich – zum Beispiel vor Mittag – ausgesprochene Spitzen auf. Könnten diese Spitzen nicht ausgeglichen werden, würde die Stromversorgung innert kürzester Zeit zusammenbrechen.

Die schweizerischen Speicherkraftwerke erfüllen nicht nur national, sondern auch im Rahmen des westeuropäischen Stromverbundes mit seinem überwiegend thermischen Kraftwerkpark eine wichtige Aufgabe: Sie werden aufgrund ihrer leichten Regulierbarkeit neben der Deckung von Lastspitzen auch gerne zur Ausregulierung der ständigen kleineren Verbrauchsschwankungen im Netz eingesetzt. Das ist übrigens auch der Grund, warum die Schweiz selbst an kältesten Tagen im Winter – selbstverständlich zu guten Preisen – Spitzenenergie, das heisst «Leistung», exportiert und dafür dann in Schwachlastzeiten Bandenergie – selbstverständlich zu wesentlich günstigeren Preisen – importiert. Den Nutzen dieser Export-/Import-Politik haben übrigens nicht die vielzitierten «Strombarone», sondern – rund drei Viertel der schweizerischen Kraftwerke befinden sich ja in öffentlicher Hand – die Konsumenten in Form eines günstigeren Strompreises.

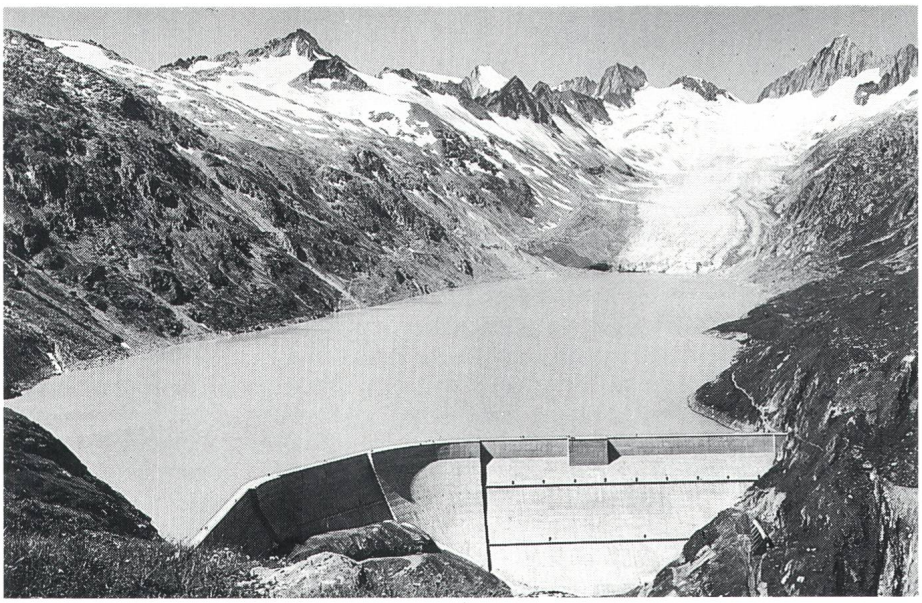

Bild 1 Stauanlage Oberaarsee der Kraftwerke Oberhasli (KWO)

Wozu Pumpspeicherung?

Der schweizerische Stromkonsum steigt weiter. 1990 betrug der Zuwachs 2,4% oder rund 1,1 Mia. kWh. Das entspricht in etwa dem doppelten jährlichen Stromverbrauch der Stadt Winterthur oder mehr als einem Drittel des Stromverbrauchs der Stadt Zürich. Angesichts dieser Zuwachsraten und des seit dem 23. September 1990 verfassungsmässig festgeschriebenen Moratoriums für weitere Kernkraftwerke ist es verständlich, dass die Elektrizitätswirtschaft bereits vor einigen Jahren damit begann, Lieferverträge für Atomstrom aus Frankreich abzuschliessen. Abgesehen davon, dass die Schweiz dadurch auch bei der Elektrizitätsproduktion auslandabhängig wird, haben diese Verträge einen entscheidenden Haken: Die Electricité de France als Betreiberin der französischen Kernkraftwerke hat nämlich das Recht, ihre Stromlieferungen pro Jahr während einer bestimmten Zahl von frei wählbaren Wintertagen (ungefähr 20) zu reduzieren.

Dann ist die Schweiz auf ihre eigenen Produktionsmöglichkeiten zurückgeworfen, und zwar gleich in doppelter Hinsicht: Zum einen muss sie in diesem Fall die notwendige Energie (kWh) in den eigenen Werken erzeugen, zum anderen aber auch die von den Verbrauchern geforderte Leistung (kW) selbst

erbringen. Angesichts des ständig wachsenden Stromverbrauchs und des praktisch parallel dazu zunehmenden Leistungsbedarfs kann das im Winter, wenn der Stromverbrauch um rund 16% höher liegt als im Sommer, zu echten Engpässen führen.

Auch wenn die Wasserkräfte der Schweiz schon heute weitgehend genutzt werden, so bietet sich dennoch eine Möglichkeit, künftig konsumangepasster zu produzieren, das heisst einen Teil der Sommerenergie für den Winter aufzusparen. Das Rezept heisst Pumpspeicherung. Dabei werden im Sommer mit Hilfe günstiger, weil reichlich vorhandener elektrischer Energie Pumpen bzw. Pumpturbinen angetrieben, die Wasser vom Tal in die höhergelegenen Speicherseen hinaufbefördern, von wo aus es dann bei Bedarf, das heisst im Winter, wieder zur Stromerzeugung «abgerufen» werden kann.

Bei der Pumpspeicherung handelt es sich also wohlverstanden nicht um die Gewinnung zusätzlicher Energie, sondern lediglich um eine Energie-Umlagerung, und dies erst noch mit einem Wirkungsgrad von lediglich etwa 70%. Dennoch könnte ein solches Szenario wesentlich dazu beitragen, die Versorgungssicherheit der Schweiz mit Strom künftig entscheidend zu verbessern. Bedingung wäre freilich, dass das Fassungsvermögen bestehender Stauseen durch eine Erhöhung ihrer Talsperren vergrössert und zusätzliche Stauseen geschaffen würden.

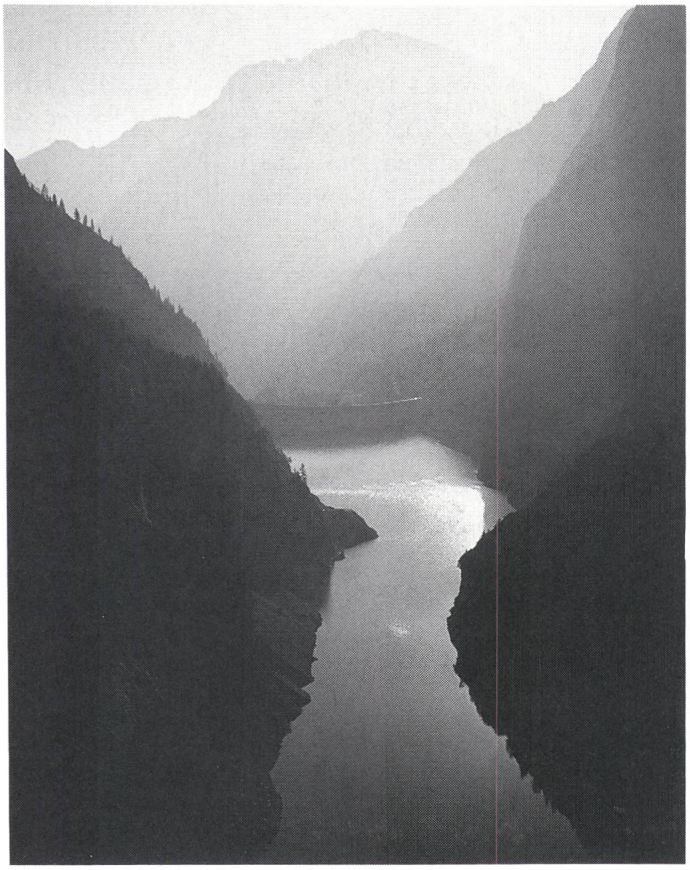

Bild 2
Stausee Gigerwald der Kraftwerke Sarganserland AG (SG)

Im Gegensatz zum Ausland, wo sogenannte Umwälzkraftwerke (z.B. Hotzenwald im Südschwarzwald mit 1000 MW Leistung) dazu dienen, die tageszeitlichen Lastschwankungen auszugleichen, spielte die Pumpspeicherung in der Schweiz bisher kaum eine Rolle. Lastspitzen konnten und können ja durch die kurzfristige Zuschaltung von Speicherwerken abgefangen werden. Eigentliche Pumpspeicherung wird bisher nur bei wenigen Kraftwerken wie zum Beispiel Oberhasli (Grimselsee-Oberaarsee), bei den Engadiner Kraftwerken (Livigno-Stausee) und bei einem kleinen Kraftwerk in der Nähe Schaffhausens betrieben.

Hinzu kommt freilich eine grössere Zahl von Zubringerpumpen, die dazu dienen, unterhalb der Staukote gefasstes Wasser in Stauseen hinaufzupumpen, damit diese bis zum Winterbeginn überhaupt gefüllt werden können. Bekanntestes Beispiel dafür dürfte der Stausee der Grande Dixence sein. Eine saisonale Energieumlagerung durch Pumpen in grossem Stil findet dagegen in der Schweiz bis heute nicht statt. Pro Jahr werden weniger als 3% der gesamten Landeserzeugung an elektrischer Energie für den Betrieb von Speicherpumpen verwendet.

Genau hier läge aber eine Chance, nicht nur unsere Abhängigkeit von ausländischen Stromlieferungen zu vermindern, sondern auch den spezifisch schweizerischen Beitrag zum zusehends wichtigeren westeuropäischen Stromverbund – die Abdeckung von Leistungsspitzen – auszubauen.

Ergänzung zur Photovoltaik

Wer etwas weiter in die Zukunft blickt, wird freilich noch eine weitere Möglichkeit bzw. unabdingbare Notwendigkeit der Pumpspeicherung entdecken: Wenn die photovoltaische Stromerzeugung, das heisst die Stromerzeugung mit Solarzellen, eines Tages auf breiter Ebene Fuss fasst, wird die indirekte saisonale Umlagerung elektrischer Energie noch erheblich an Bedeutung gewinnen. Denn wie die bisherigen Messergebnisse zeigen, liefern Solaranlagen in unseren Breiten und unter durchschnittlichen klimatischen Bedingungen rund 70% ihrer Jahresproduktion im Sommerhalbjahr, aber nur etwa 30% im Winterhalbjahr. Und solange keine leistungsfähigeren Batterien, bzw. Akkumulatoren zur Verfügung stehen, kommt als einzige praktikable Massnahme zur Sommer-Winter-Umlagerung in grossem Stil nur die Pumpspeicherung in Frage.

Erläuterungen zu einzelnen Begriffen

Speicherkraftwerke:
Nutzen nur einen Teil des gefassten Wassers unverzüglich. Den andern Teil speichern sie, und nutzen ihn später. Das Wasser kann auch durch Pumpen zugeführt werden (Zubringerpumpen). Laufkraftwerke bis zu den Alpenrand- und Mittellandseen, die ihre Energieproduktion wesentlich durch direkte Einflussnahme auf oberliegende Speicher steuern können, sind ebenfalls als Speicherkraftwerke aufzufassen. Wesentlich heisst, dass das betreffende Speichervermögen mindestens 25% der mittleren Produktionserwartung der Wasserkraftanlage im Winter beträgt.

Reine Umwälzwerke:
Nutzen nur Wasser, das vorgängig gepumpt und gespeichert wird. Pumpen und Turbinen sind in der Regel an dasselbe Unter- bzw. Oberbecken angeschlossen.

Pumpspeicherkraftwerke:
Ein Pumpspeicherkraftwerk ist eine Kombination von Speicherkraftwerk und reinem Umwälzwerk.

Quelle: Bundesamt für Wasserwirtschaft

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
Association Suisse des Electriciens
Associazione Svizzera degli Elettrotecnici
Swiss Electrotechnical Association

Wirksame Blitzschutzanlagen

Blitzschutzanlagen sind nicht billig. Sie können sogar teuer zu stehen kommen, wenn unsachgemäss geplant und ausgeführt, denn nachträgliche Änderungen sind immer mit hohen Kosten verbunden. Zudem besteht die Gefahr, dass derartige Anlagen im Ernstfall ihren Zweck nicht erfüllen.

Wir kennen die Probleme des Blitzschutzes und die optimalen Lösungen hiefür.

Wir stehen Privaten, Ingenieurunternehmen und kantonalen Instanzen zur Verfügung für Planung, Beratung, Kontrollen, Branduntersuchungen und Instruktionskurse.

Auskunft: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Starkstrominspektorat
Seefeldstrasse 301, Postfach, 8034 Zürich
Telefon 01 / 384 91 11 – Telex 817431 – Telefax 01 / 55 14 26